

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-049523

(43)Date of publication of application : 22.02.1994

(51)Int.Cl. C21C 7/00
C21C 7/04
C21C 7/072

(21)Application number : 04-224988 (71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 31.07.1992 (72)Inventor : SATO MICHIO

HASUNUMA JUNICHI

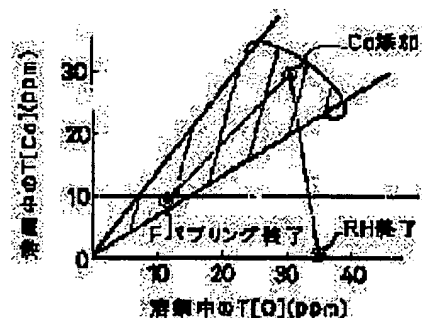
HIWASA SHOICHI

(54) SMELTING METHOD FOR ALUMINUM KILLED STEEL FOR COLD ROLLING

(57)Abstract:

PURPOSE: To continuously cast the above steel without generating blister defects by determining the amt. of the Ca to be added by the total oxygen concn. in a molten steel, blowing an inert gas to the molten steel to absorb CaO Al₂O₃ inclusions in slag and not blowing the inert gas to the inside wall of a nozzle at the time of casting.

CONSTITUTION: T[Ca] is determined to attain 1.4 R 0.7 when total Ca concn. T[Ca] total oxygen concn. T [O]=R is designated from the total oxygen concn. T[O] in the molten extra-low carbon aluminum killed steel with which secondary refining ends. The required amt. of the Ca is then added to the molten steel. The inert gas is blown to the molten steel added with the Ca to form and float the CaO-Al₂O₃ inclusions which are absorbed in slag. The blowing is stopped when the Ca concn. attains 10ppm. Further, the inert gas is not blown at all to the inside wall of the upper nozzle, sliding nozzle and immersion nozzle of a tundish at the time of continuously casting this molten steel. As a result, the molten aluminum killed steel for cold rolling with which the generation of the blister defects is prevented is smelted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-49523

(43) 公開日 平成6年(1994)2月22日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 C 7/00	H			
	K			
7/04	C			
7/072	Z			

審査請求 未請求 請求項の数3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-224988

(22) 出願日 平成4年(1992)7月31日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 佐藤 道夫

岡山県倉敷市水島川崎通一丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72) 発明者 蓮沼 純一

岡山県倉敷市水島川崎通一丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72) 発明者 日和佐 章一

岡山県倉敷市水島川崎通一丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(74) 代理人 弁理士 中路 武雄

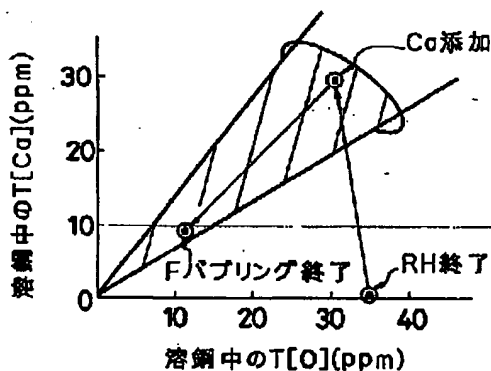
(54) 【発明の名称】 冷延用アルミキルド鋼の溶製方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 冷延用極低炭素アルミキルド鋼は、Alで完全脱酸している関係上鋼中のAl濃度が高く、これを連続铸造する場合、ノズル部にAl₂O₃が析出付着し閉塞させるので、従来溶鋼中にCaを含有せしめ、またノズル部に不活性ガスを吹込む等の対策を講じているが、なお種々の弊害を生ずるので、これを改善する溶製方法を確立する。

【構成】 RH等にて2次精錬した溶鋼中のT[O]に応じてT[Ca]/T[O]=Rとするとき $1.4 \geq R \geq 0.7$ 範囲のT[Ca]を添加し、次にこの溶鋼にAr等の不活性ガスを吹込み、CaO・Al₂O₃系介在物を浮上させてスラグに吸収させる。この処理溶鋼を用いて連続铸造すれば不活性ガスのノズル部吹込み等は不要である。

【効果】 本発明法によれば連続時ノズル部への不活性ガスの吹込みは不要であるほか製品鋼材はCa ≤ 10 ppmであるので錆の発生なく、また従来の不活性ガス吹込法によるより鋼材品質を著しく向上させることができた。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷延用極低炭素アルミキルド鋼の溶製方法において、前記極低炭素アルミキルド溶鋼中にて全Ca濃度 $T[Ca]$ ／全酸素濃度 $T[O] = R$ 、 $1.4 \leq R \leq 0.7$ となるように $T[O]$ から $T[Ca]$ を決定する段階と、前記溶鋼に不活性ガスを吹込むことにより生成する $CaO-Al_2O_3$ 系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階と、を有して成り、該溶鋼の連続製造に際してはタンディッシュの上ノズル、スライディングノズルおよび浸漬ノズルの内壁には不活性ガスの吹込みを全く行わないことを特徴とする冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

【請求項2】 前記溶鋼に不活性ガスを吹込むことにより生成する $CaO-Al_2O_3$ 系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階において、該溶鋼のCa濃度が10ppm以下に達した段階で不活性ガスの吹込みを停止する請求項1に記載の冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

【請求項3】 前記溶鋼に不活性ガスを吹込むことにより生成する $CaO-Al_2O_3$ 系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階に代えて、 $CaO-Al_2O_3$ 系介在物の除去手段として耐火物フィルターを通じて該溶鋼を処理する請求項1もしくは2に記載の冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は冷延用アルミキルド鋼の溶製方法に係り、特に従来の如くタンディッシュの上ノズル、スライディングノズルや浸漬ノズルの内壁に不活性ガスの吹込み等を全く行わなくても閉塞を来さず、かつ Al_2O_3 除去のためにCaを添加しても鋼材にその影響の錆を発生しない冷延用アルミキルド鋼の溶製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近、真空脱ガス技術等の2次精錬技術の進歩により、極低炭素アルミキルド鋼の連続製造が可能になって来た。それを可能にしたのは脱ガス技術であり、その結果として非金属介在物の少ない高纯净度鋼の製造が可能となった。ところが、極低炭素冷延鋼板を焼鈍すると、焼鈍ずみ鋼板の表面に幅1～4mm、長さ1～6cmの隆起部分が発生することが判った。この隆起部分はいわゆる“ふくれ欠陥”であって、特に鋼中の炭素含有量が0.015重量%以下の極低炭素鋼の場合に発生することが多く、この部分を廃却するので製品歩留の大幅な低下の原因となっていた。このふくれ欠陥の原因は、鋼中の非金属介在物、特に Al_2O_3 の影響が大きいことが判明している。

【0003】 極低炭素鋼の場合は、地鉄マトリックスと介在物との変形強さに著しい差があるために、冷間圧延を施すと、硬い Al_2O_3 に対して軟いマトリックスの部分の方が伸びが大きくなり、その結果、両者の境界部分

2

にボイドを形成する。このボイドは Al_2O_3 のサイズに比例し、 Al_2O_3 介在物が大きくなればなるほどボイドが大きくなる。ところどころかかるボイドを有する冷延鋼板を焼鈍すると、そのボイド中にAXガス等の雰囲気ガス中の H_2 が侵入するが、冷却時特に急冷時に H_2 の溶解度が低下するので、ボイド中の H_2 分圧が上昇し Al_2O_3 近傍の鋼板表面を膨出させ、いわゆる“ふくれ欠陥”となるものである。かかる“ふくれ欠陥”は、上記ボイドが小さい時、すなわち Al_2O_3 介在物の大きさが小さい時には、上記内圧の上昇が小さいために発生しない。更に、このふくれ欠陥を生む Al_2O_3 の鋼中へのトラップについての研究によると、その大部分は Al_2O_3 を主成分としている浸漬ノズルに凝集付着した Al_2O_3 の一部が浸漬ノズル表面から離脱して運ばれて来たものであることが判明している。従ってこのふくれ欠陥を防止するには Al_2O_3 が浸漬ノズルに付着しないようにすることが最も重要である。

【0004】 かかる観点から従来は、浸漬ノズル内に不活性ガスを吹込むこと、また溶鋼中にCaまたはCa-Si等のCa合金を添加し、また上記 Al_2O_3 介在物を低融点の $CaO-Al_2O_3$ 系介在物とし、その融点低下分だけ浸漬ノズルへの Al_2O_3 の凝集付着量を抑制する技術が開示されている。例えば、特開昭61-276756では、「 $C \leq 0.015$ 重量%を含有するアルミキルド溶鋼中に、溶製段階もしくは連続製造時にCaまたはCa合金を添加することにより、鋼中に2～40重量ppmの金属Caを残留させて $CaO-Al_2O_3$ 系介在物が生成するように処理することを特徴とする極低炭素冷延鋼板のふくれ欠陥防止方法。」が開示されている。

【0005】 また、特開平1-99761には、「アルミキルド鋼を連続製造するにあたり、タンディッシュノズルの取付中心位置から1m以内の距離に下端をタンディッシュの溶鋼に浸漬せしめた耐火物円筒を配し、前記耐火物円筒内に前記タンディッシュノズルを通過する溶鋼量に対し5～20ppmのCaを添加することを特徴とするアルミキルド鋼の連続製造方法。」が開示されている。しかしながら、浸漬ノズル内にアルゴン等不活性ガスを吹込む方法では、吹込まれた不活性ガスが鋳型内の凝固シェルに捕捉され、鋳片のブローホールもしくはふくれ欠陥の起点となる問題があり、またCaもしくはCa合金を添加する方法では、鋼中に添加されたCa量が、鋼材での残留量が10ppmを越すと、さびを発生し易くなるという問題があるほか、一方、浸漬ノズルの Al_2O_3 凝集付着による閉塞を防止するためには、鋼中のCa濃度として20～50ppmの多くが必要であるとの二律背反的な問題がある。

【0006】 【発明が解決しようとする課題】 上記の如く、アルミキルド溶鋼中へCaを添加する技術は、ノズル部の閉塞防止という観点からすれば極めて有効な手段であるが、鋼材中に10ppmを越す残留量がある場合

には、さびを発生し易いという問題があり、Caの適正添加量を決定することは極めて困難である。ところが、本発明者らはアルミキルド鋼のCa添加実験中に次の如き知見を得た。アルミキルド溶鋼中へ添加するCa量と、鋼中の全酸素濃度T〔O〕のバランスが崩れると生成したCaO-Al₂O₃系介在物中に高融点の組成物を生ずる。特に溶鋼中のCa濃度より鋼中〔O〕が高い場合には、 $x\text{CaO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3$ の比がばらつきを有する介在物が生成し、CaO・2Al₂O₃、CaO・6Al₂O₃等の高融点介在物が生成し、この高融点介在物がタンデイツシュの上ノズル、スライディングノズル、浸漬ノズル等に選択的に付着し、連続鋳造を不可能にすることが判明した。本発明者らの上記知見から、本発明の目的は、アルミキルド鋼の連続鋳造におけるT〔Ca〕/T〔O〕の適正量を決定し、この適正量を維持することにより、ノズル部の不活性ガスによるガス吹込みを廃止することができる効果的な冷延用アルミキルド鋼の溶製方法を提供するにある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の要旨とするところは次の如くである。すなわち、

(1) 冷延用極低炭素アルミキルド鋼の溶製方法において、前記極低炭素アルミキルド溶鋼中にて全Ca濃度T〔Ca〕/全酸素濃度T〔O〕=R1.4≤R≤0.7

となるようにT〔O〕からT〔Ca〕を決定する段階と、前記溶鋼に不活性ガスを吹き込むことにより生成するCaO-Al₂O₃系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階と、を有して成り、連続鋳造用タンデイツシュの上ノズル、スライディングノズルおよび浸漬ノズルの内壁には不活性ガスの吹込みを全く行わないことを特徴とする冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

(2) 前記溶鋼に不活性ガスを吹き込むことにより生成するCaO-Al₂O₃系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階において、該溶鋼のCa濃度が10ppm以下に達した段階で不活性ガスの吹込みを停止する上記(1)に記載の冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

(3) 前記溶鋼に不活性ガスを吹き込むことにより生成するCaO-Al₂O₃系介在物を浮上させスラグに吸収させる段階に代えて、CaO-Al₂O₃系介在物の除去手段として耐火物フィルターを通じて該溶鋼を処理する上記(1)もしくは(2)に記載の冷延用アルミキルド鋼の溶製方法。

【0008】本発明者らは図1、2、3に示す如き(A)、(B)、(C)の工程について実験した。

(A) RHによる2次精錬

転炉で粗脱炭し取鍋2に出鋼した溶鋼4を取鍋2に収容したまま図1に示すRHの真空脱ガス装置6に移し、更に脱炭、脱ガス等の2次精錬を実施した後、AlもしくはAl滓にて完全脱酸しアルミキルド鋼を溶製した。溶鋼4上は転炉スラグ8にて被覆されている。

(B) Ca添加

2次精錬した溶鋼4にCaを添加する。図2はアンコイラーに巻回されたCa合金ワイヤーをインジェクターによつて送給し、ガイドパイプを介して取鍋2内の溶鋼4に強制的に添加する方法を模式に示しているが、その他Ca-Si等のCa合金粉をAr等にて気送しランスを介して吹込む等いずれの方法でもよい。

(C) 不活性ガス吹込みによるCaO・Al₂O₃系介在物の浮上分離

10 (A) によるRH脱ガス処理した後の溶鋼4中のT〔O〕は、図4のRHにて示す如く約35ppmであつた。この溶鋼4に(B)によりCaを添加した直後のT〔Ca〕=30ppmであり、かつT〔O〕=30ppmであつた。すなわち、この場合T〔Ca〕/T〔O〕=30/30=1であつたが例えば、取鍋2の底部に設けたポーラスプラグもしくは図3に示す如きランス10を介してAr等の不活性ガスを吹込んでAr気泡9を発生させるバブリングを行い、CaO-Al₂O₃系介在物を析出浮上させスラグに吸収させると、T〔Ca〕=10ppm、T〔O〕=12ppmとなり図4で示すF点に達した。

【0009】本発明者らは供試材として使用した極低炭素アルミキルド鋼中のT〔O〕は、上記の如くRH2次精錬終了時点で35ppmとほぼ一定であるので、

(B) 項による図2の如き操作によりCaの添加量を種々変化させて同一試験を繰返し、溶鋼4中に残存するCa量を10ppm以下とする限度における多くの試験を行ったが、T〔Ca〕/T〔O〕=Rとすれば

1.4≥R≥0.7……………(1)

30 以外の場合には、CaO・2Al₂O₃もしくはCaO・6Al₂O₃の如き高融点の介在物が生成するので(1)式の範囲に限定した。更に図3で示す(C)の工程によつてArによるバブリングを行いCaO・Al₂O₃系介在物を浮上せしめ、これをスラグに吸収させ、T〔Ca〕≤10ppmになつた時点でArガス吹きを停止することとした。従つてCaO-Al₂O₃2元状態図より明らかな12CaO・7Al₂O₃を生成する例えば1.450℃程度の低融点のCaO・Al₂O₃系介在物は、図4の斜線内の範囲、すなわち上記(1)式の範囲に限定することによつてのみ生成できるものである。

【0010】次に図3にて示す(C)項のAr等の不活性ガスによるバブリング工程について本発明者らが行つた実験について説明する。上記同一供試材によつてT〔O〕=35ppmのRH2次精錬終了後の溶鋼に、(B)によつてCaを添加した直後のT〔Ca〕およびT〔O〕は次のとおりであつた。

T〔Ca〕=30ppm

T〔O〕=30ppm

T〔Ca〕/T〔O〕=R=1

50 この溶鋼にArを吹込みバブリングによる〔Ca〕、

〔O〕の変化を観察した結果は図5のとおりである。すなわち、〔Ca〕はArバブリングの時間の経過と共に減少するが、〔O〕はArバブリング開始後13分に6ppmとなつたのを最低として再酸化し、バブリング開始後20分にして13ppmとなつた。従ってArによるバブリングは〔Ca〕 \leq 10ppmになつた時点で停止すべきであり、またArによるバブリング時間は、10分程度が最適であつて、15分を越すべきではないことが判明した。なおCa残存鋼材においてはCaS、CaOを起点とする錆発生の問題は公知であり、本発明者らの調査によつてもCa含有鋼材の錆発生個数(個/cm²)は図6に示すとおりであり、本発明においても不活性ガス吹込みによるCaO-Al₂O₃系介在物浮上分離工程は、溶鋼中のCa濃度が10ppm以下になつた時点で停止することとした。

【0011】上記本発明においては、Ca添加後生成するCaO-Al₂O₃系介在物を浮上せしめスラグに吸収させる工程について説明したが、図3に示すこの工程は、不活性ガスのバブリング法に限らず、耐火物フィルターによる遠心分離もしくは濾過手段によつても可能である。かくの如くして上記図1、2、3に示す(A)、

(B)、(C)の工程を終了した〔Ca〕 \leq 10ppm、〔O〕 \leq 10ppmのアルミキルド極低炭素鋼を連続鋳造した結果は図7に示すとおりである。この連続鋳造はノズル部すなわち、ダンディツシュの上ノズル、スライディングノズル、浸漬ノズルの何れにもArもしくはN₂の如き不活性ガスを吹き込まないいわゆる「ガスフリー鋳込」を実施したものである。図7は該チャージの鋳込の経過時間による湯面レベルの高さ、鋳込速度の変化およびスライディングノズルの開度を鋳込開始から終了まで指数として示したものである。図7から明らかな如く、本発明により「ガスフリー鋳込」を実施しても鋳込途中になんらのノズル部の閉塞もなく、ほぼ一定高さの湯面、ほぼ一定の鋳込速度、およびスライディングノズルのほぼ一定の開度を保持し、従来の不活性ガスの吹込みを実施していた時よりもはるかに安定した連続鋳造を実施することができた。

【0012】

【発明の効果】本発明は、冷延用極低炭素アルミキルド鋼の溶製に当り、RH等の2次精錬を終了した溶鋼中のT〔O〕に依りT〔Ca〕/T〔O〕=Rとするとき

$$1.4 \geq R \geq 0.7$$

として比較的低融点のCaO-Al₂O₃系介在物を形成するようT〔O〕に応じて添加Ca量T〔Ca〕を決定し、しかもその後Ar等の不活性ガスを吹込んで生成したCaO-Al₂O₃系介在物を浮上させてスラグに吸収させた溶鋼を、連続鋳造する方法をとつたが、連続鋳造に際しては、従来のアルミキルド鋼の連鋳における如く、タンディツシュの上ノズル、スライディングノズル、浸漬ノズルの何れにも不活性ガスの吹込みを行わ

い、いわゆる「ガスフリー鋳込」を実施する方法をとつたので、次の効果を挙げることができた。

(イ) 本発明は溶鋼にCaを添加した後に、CaO-Al₂O₃系介在物を浮上させるためにAr等の不活性ガスを吹込むが、T〔Ca〕 \leq 10ppmに低下した時点で不活性ガスの吹込みを停止し、浮上したCaO-Al₂O₃系介在物をスラグに吸収させた後の溶鋼について、従来の如く、ノズル部に不活性ガスを吹込みながら連続鋳造する方法(以下この方法による鋼材を工程材という)を廃して、ノズル部に全く不活性ガスを吹込まないで連続鋳造を行う本発明の方法(以下この方法による鋼材をガスフリー材という)による場合は、その冷延材におけるブローホール個数(個/m)は図8に示す如く、本発明によるガスフリー材がはるかに優れ、また内部に含まれる介在物Al₂O₃の個数比較においても、図9に示す如く本発明によるガスフリー材は従来の工程材の1/4以下と格段に少く、またその他の製品鋼材における内部欠陥(O印)および表面欠陥(●印)による製品品質の不良率(%)の比較においても、図10に示す如くいずれも従来法による工程材より本発明によるガスフリー材の方が1/5~1/6と格段に優れていることが判明した。

(ロ) 上記本発明による溶製方法は、極めて実施し易く、かつ方法が極めて安定しているので、ガスフリー法として極低炭素アルミキルド溶鋼の溶製方法として定着するものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

【図2】

【図3】 図1~3は本発明による冷延用アルミキルド鋼の溶製方法における工程を示し、図1は転炉で粗炭化した溶鋼をRHによる2次精錬工程を示し、図2は2次精錬を終了した溶鋼中のAl₂O₃を低融点のCaO-Al₂O₃系介在物として析出させるためT〔O〕に応じて限定量のT〔Ca〕を含有させるためにCaを添加する工程を示し、図3はCaを添加した溶鋼にAr等の不活性ガスを吹込んでCaO-Al₂O₃系介在物を浮上させスラグに吸収させる工程を示すいずれも模式断面図である。

【図4】 本発明による溶製工程における溶鋼中のT〔O〕(ppm)に応じて添加する全Ca濃度T〔Ca〕およびAr等不活性ガス吹込みによるバブリング工程におけるT〔O〕、T〔Ca〕の変化からT〔Ca〕/T〔O〕=R

$$1.4 \geq R \geq 0.7$$

の本発明による限度範囲を示すT〔Ca〕とT〔O〕との関係線図である。

【図5】 図3に示す本発明によるArバブリング効果を示すバブリング時間の経過におけるT〔Ca〕およびT〔O〕の変化を示す線図である。

7

【図6】冷延用アルミキルド鋼冷延材における残存Ca含有量(ppm)によるCaS、CaOを起点とする錆発生個数の変化を示す線図である。

【図7】本発明によるノズル部への不活性ガス吹込のない連続铸造(ガスフリー铸込み)の開始時点から終了時点までの铸型内溶鋼の湯面変化、铸込速度の変化およびスライディングノズルの開度の変化を示す線図である。

【図8】本発明により製造した冷延用アルミキルド鋼材(ガスフリー材)と従来のノズル部へのArガス吹込による鋼材(工程材)とのブローホール個数(個/m)を比較する比較図である。

【図9】本発明により製造したガスフリー材と、従来法

8

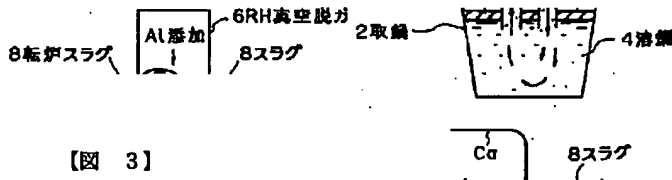
による工程材との鋼材内部の Al_2O_3 介在物個数指数を比較する比較図である。

【図10】本発明により製造したガスフリー材と、従来法による工程材との内部欠陥(○印)および表面欠陥(●印)による不良率(%)を比較する比較図である。

【符号の説明】

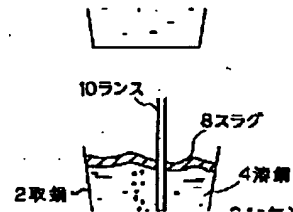
- 2 取鍋
- 4 溶鋼
- 6 真空脱ガス装置
- 8 Ca系ワイヤー
- 9 Ar気泡
- 10 ランス

【図 1】

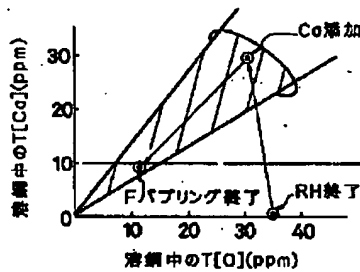


【図 3】

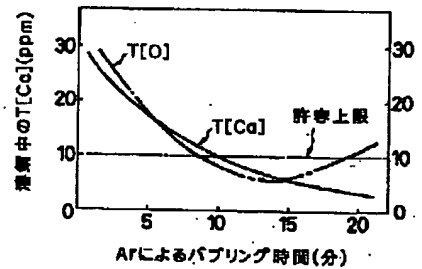
【図 2】



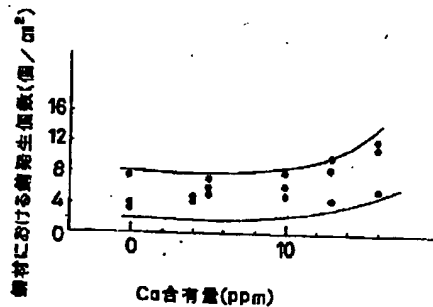
【図 4】



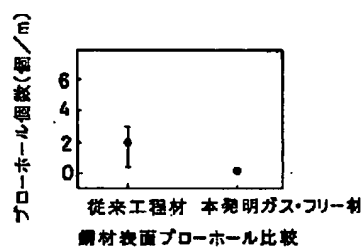
【図 5】



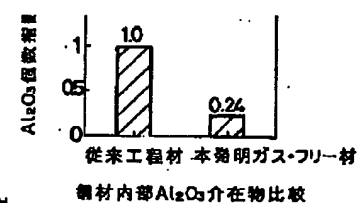
【図 6】



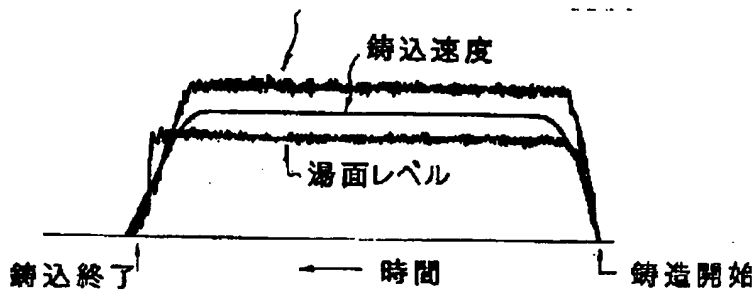
【図 8】



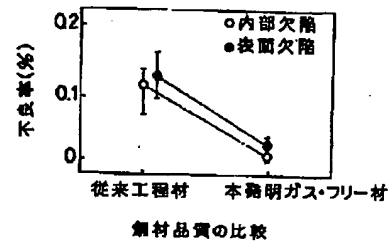
【図 9】



【図 7】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成5年3月31日

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による冷延用アルミキルド鋼の溶製工程中のRHによる2次精錬工程を示す模式断面図である。

【図2】本発明の溶製工程の2次精錬を終了した溶鋼中の Al_2O_3 を低融点の CaO 、 Al_2O_3 系介在物として析出させるために Ca を添加する工程を示す模式断面図である。

【図3】本発明の溶製工程中の Ca を添加した溶鋼に Ar 等の不活性ガスを吹込んで $CaO \cdot Al_2O_3$ 系介在物を浮上させスラグに吸収させる工程を示す模式断面図である。

【図4】本発明による溶製工程における溶鋼中の $T[O]$ (ppm) に応じて添加する全 Ca 濃度 $T[Ca]$ および Ar 等不活性ガス吹込みによるバブリング工程における $T[O]$ 、 $T[Ca]$ の変化から $T[Ca]/T[O]=R$

$$1.4 \geq R \geq 0.7$$

の本発明による限度範囲を示す $T[Ca]$ と $T[O]$ との関係線図である。

【図5】図3に示す本発明による Ar バブリング効果を

示すバブリング時間の経過における $T[Ca]$ および $T[O]$ の変化を示す線図である。

【図6】冷延用アルミキルド鋼冷延材における残存 Ca 含有量 (ppm) による CaS 、 CaO を起点とする錆発生個数の変化を示す線図である。

【図7】本発明によるノズル部への不活性ガス吹込のない連続鋳造 (ガスフリー鋳込み) の開始時点から終了時点までの鋳型内容鋼の湯面変化、鋳込速度の変化およびスライディングノズルの開度の変化を示す線図である。

【図8】本発明により製造した冷延用アルミキルド鋼材 (ガスフリー材) と従来のノズル部への Ar ガス吹込による鋼材 (工程材) とのブローホール個数 (個/m) を比較する比較図である。

【図9】本発明により製造したガスフリー材と、従来法による工程材との鋼材内部の Al_2O_3 系介在物個数指数を比較する比較図である。

【図10】本発明により製造したガスフリー材と、従来法による工程材との内部欠陥 (○印) および表面欠陥 (●印) による不良率 (%) を比較する比較図である。

【符号の説明】

2	取鍋
4	溶鋼
6	真空脱ガス装置
8	Ca 系ワイヤー
9	Ar 気泡
10	ランス